

Research Article

국내 일반 및 유기우유 생산농가의 착유우 급여 사료내 성분 비교

기광석 · 임동현 · 김태일 · 박성민 · 임현주 · 최기춘*

농촌진흥청 국립축산과학원

Comparison of Nutritive Values of Diets Collected from Organic Dairy Farms and Conventional Dairy Farms from Chungnam and Jeonbuk in Korea

Kwang Seok Ki, Dong Hyun Lim, Tae Il Kim, Seong Min Park, Hyun Joo Lim and Ki Choon Choi*

National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Korea

ABSTRACT

In order to provide basic data to predict changes of milk components in milk yield, this study was conducted to compare nutritive values of diets collected from organic dairy farms (ODF) and conventional dairy farms (CDF) of Chungnam and Jeonbuk in Korea. The contents of crude fat, crude fiber, neutral detergent fiber, and acid detergent fiber in diets of ODF were significantly ($p < 0.05$) higher compared to those of CDF. The contents of crude protein and crude ash in ODF were also higher ($p < 0.05$) than those of CDF. The contents of calcium, ferrum, and phosphorus in diets of ODF were similar to those of CDF. The contents of potassium, magnesium, and iodine in diets of ODF were higher ($p < 0.05$) than those of CDF. The contents of total saturated and unsaturated fatty acids in diets of ODF were higher ($p < 0.05$) compared to those of CDF. The contents of oleic acid, linoleic acid, and linolenic acid in diets of ODF were higher ($p < 0.05$) compared to those of CDF. However, the contents of myristic acid, palmitic acid, and stearic acid in diets of ODF were lower ($p < 0.05$) compared to those of CDF.

(Key words : Organic dairy farm, Milk yield, Nutritive value, Fatty acid)

I. 서 론

국내의 여건 변화 및 정책방향 전환에 따라 유기축산에 대한 관심이 확산되고 있다. 또한 최근 가축분뇨 해양투기, 동물복지 등에 대한 국제기준 강화 등에 의해 환경 친화적인 지속가능한 축산업에 대한 요구가 증가됨에 따라 친환경 축산에 대한 공감대가 높아지고 있는 실정이다.

유기농업이란 인공적·화학적 자재를 사용하지 않고 환경을 고려하여 자연적인 자재만을 사용하면서 영농하는 것이다. 이러한 유기농업 중에서 유기축산물은 유기사료를 이용하여 사육한 가축의 고기, 우유, 계란 등을 의미한다. 이렇게 생산된 유기축산물과 일반축산물과의 차이가 있는 것인가에 대한 의문에 대하여 많은 연구가 진행되었고 진행되고 있다 (Bennedsgaarda et al., 2003; Valle et al., 2007; Sundberg et al., 2009; Mullen et al., 2013). 국내 유기축산 인증 농가는 2005년에 18호 농가에서 2013년에 96호 농가로 증가하였으며, 유기축산물 생산량도 매년 증가하여

2013년에 23,904톤이나 생산되었다 (NAQS, 2013).

Kim et al. (2012)은 최근 정부가 친환경·동물복지 축산을 위한 정책 및 재정지원을 강화하고 있을 뿐 아니라 지속가능한 친환경축산의 활성화로 정책방향이 전환하고 있기 때문에 산·학·연·정의 관심과 의지가 무엇보다 중요한 시기라고 하였다. 또한 국내 친환경 농산물 시장이 2011년 기준 3.2조 원에서 2020년에는 전체 농산물 시장의 약 20% 인 6.9조 원까지 성장할 것으로 Kim et al. (2012)은 전망하였다.

Butler et al. (2011)은 영국 북동부 지방에서 1월(겨울) 및 7월(여름)에 유통된 10종의 유기브랜드 우유와 12종의 일반 브랜드 우유를 비교분석한 결과, 다불포화지방산(즉, 오메가-3 지방산) 함량이 평균 39.4 g/kg에 달해 일반 우유의 31.8 g/kg을 상회했을 뿐 아니라 공액리놀레산(CLA) 함량도 7.4 g/kg 및 5.6 g/kg으로 뚜렷한 격차를 드러냈다. 알파리놀레산 함량 또한 유기농 우유 제품들은 평균 6.9 g/kg으로 나타나 일반 우유의 4.4 g/kg 보다 높았다고 하였다.

* Corresponding author : Ki Choon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Korea. Tel : +82-41-580-6755, Fax : +82-41-580-6779, E-mail : choiwh@korea.kr

여름철에 유통된 우유는 포화지방산 함량이 682 g/kg이어서 겨울철 유통우유의 725 g/kg에 비해 낮게 나타났으며, 반대로 다가불포화지방산 함량은 여름철 유통우유가 37.6g/kg에 달해 겨울철 유통우유의 32.8g/kg에 비해 우위를 보였다고 보고하였다(Butler et al., 2011).

한편 Marston et al. (2011)은 사육시스템보다는 가축에게 급여하는 사료와 사육환경에 의해 영향을 받는다고 하였으며 특히, 영양소가 균형을 이룬 고품질의 사료와 절단되지 않은 형태의 섬유소를 충분히 급여하게 되면 유지방의 함량을 높게 유지할 수 있다고 하였다. 그리고 Adler 등 (12)도 유기농가에서 사용하는 사일리지 사료 내 일부 영양소 함량이 일반농가보다 낮다고 보고 하였으며 또한 일반우유보다 낮은 유기우유의 유지방 함량은 이러한 사료내 영양소 함량의 차이가 영향을 주었기 때문이라고 하였다. 이처럼 유기우유와 일반 우유의 성분이 차이를 보이는 것은 급여사료의 성분차이에 기인된 것으로 해석되기 때문에 착유우에 급여하는 사료의 성분분석 조사는 매우 중요할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 국내 유기우유 생산 농가와 일반 우유 생산농가의 사료 (Total mixed ratio, TMR)의 이화학적 성분 분석을 비교하여 우유성분의 변화를 예측하기 위한 기초자료를 제공하기 위해서 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 사료샘플 수집

샘플 수집 대상 농가는 유기우유 생산 농가가 많은 충남 B지역과 전북 G지역의 농가를 각 5호씩을 선정하였고, 대조구로 같은 지역 일반우유 생산농가 각 5호씩을 선정하였다. 사료 샘플은 농가에서 급여하고 있는 일반 및 유기농가 사료 (TMR)를 2월, 3월, 8월에 샘플링 하였다. 일반적인 젖소 사육농가에서는 젖소 개체별 우유생산량과 체중, 우유 중의 성분 함량(유지방을 등) 등을 고려하여 농후사료(옥수수, 대두박, 소맥 등)와 조사료(티머시, 알팔파, 톨페스큐 등) 급여량을 결정하여 급여하는데, 본 연구의 대상이 된 충남과 전북 지역의 농가들 역시 일반농가에서는 일반적인 농후사료와 조사료를 젖소에게 급여하고 있었으며, 유기우유 생산농가에서는 유기인증 받은 농후사료와 조사료를 급여하여 젖소를 사육하였다. 그리고 유기우유를 생산하는 젖소 사육농가에서는 『친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률』에 근거한 친환경농축산물 및 유기식품 등의 인증에 관한 세부실시요령(국립농

산물품질관리원 고시 제2014-26호)에 따라 사육장 및 사육 조건에 적합하게 사육해야 하고, 급여하는 사료는 국립농산물품질관리원장 또는 지정받은 인증기관으로부터 인증받은 100% 비식용유기가공품(유기사료)을 급여하여 낙농을 하였다. McCullough (1991)는 TMR은 소가 하루동안 필요한 모든 영양소를 혼합하여 하나로 만든 먹이라고 정의하였는데, 젖소의 생산능력과 농가에서 가지고 있는 단미사료의 종류가 달라 TMR 배합비는 농가마다 다양하다. 본 연구에서 분석된 샘플도 농가마다 배합비가 다르지만 유기적으로 재배한 사료(비료, 농약 등을 사용하지 않음)를 가지고 배합한 사료가치와 비유기적으로 재배한 사료를 이용하여 만든 TMR의 사료가치를 비교하고자 하였다.

2. 사료 분석

수집된 사료샘플은 분석할 때까지 -80°C 에 냉동 보관되었으며, 분석은 농업기술실용화재단(경기 수원 소재)에서 분석을 실시하였다. 즉, 수분은 가열감량법으로 시료 2~5g을 정확히 칭량하여 항온건조기로 $135\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 정확히 2시간 건조시켜 측정하였으며, 조단백질은 조단백질분석기(FOSS KJELTEC™ 8400, 2012)를 이용하여 분석하였다. 조지방은 조지방분석기(FOSS SOXTEC™ 205, 2011)를 이용하였으며, 조섬유와 NDF, ADF는 조섬유분석기(ANKOM 200, 2010)를 이용하여 분석하였다. 무기물은 ICP-OES(OPTIMA 830, 2012)를 이용하여 분석하였다.

3. 통계처리

실험에서 얻어진 모든 결과는 SAS/PC(SAS, 2013)의 PROC MIX을 사용하여 분산분석을 하였으며, 유기사료(또는 유기농가)와 일반사료(또는 일반농가) 간의 비교는 t-test를 사용하였고 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반 및 유기우유 생산농가의 급여사료 사료가치

일반 및 유기농가에서 각각 채취한 급여사료(TMR) 내 사료가치 분석결과를 조사하였는데 그 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 일반농가에서 사용하는 사료의 조지방, 조섬유 그리고 NDF 및 ADF 함량은 유기농가에 비해 현저하게 높게 나타났다($p<0.05$). 그러나 단백질과 회분 함량은 일반농가에 비해 유기농가에 비해 높게 나타났으나 통계적

Table 1. Contents of nutritive values in diets collected from organic and conventional dairy farms

Feed composition (%)	CDF ¹⁾	ODF ²⁾
Moisture	36.27 ^a	41.32 ^b
Fat	2.76 ^a	1.76 ^b
Protein	9.16 ^a	8.74 ^a
Fiber	14.55 ^a	10.85 ^b
Ash	5.18 ^a	5.04 ^a
NDF	28.93 ^a	22.84 ^b
ADF	17.12 ^a	13.10 ^b

¹⁾ CDF: conventional dairy farms, ²⁾ ODF: organic dairy farms.
^{a,b} Means with different letters within same row are significantly different at the 5% level.

인 차이는 보이지 않았다. 일반적으로 NDF 함량은 건물 섭취량과 상관 관계가 높기 때문에 건물 섭취량을 예측하는데 이용되므로, 사료 설계에 있어 기본 단계인 건물섭취량을 예측하는 측면에서 NDF 요구량은 매우 중요하다. 그리고 사료 내 NDF 함량이 너무 증가하게 되면 반추위의 포만감을 일으켜 사료섭취량이 제한되는데, NRC (2001)에서는 비유단계별 착유우의 1일 유생산량이 25, 35, 40, 54.4 kg일 때 일률적으로 총 사료 NDF를 최소 25~33%로 권장하고 있으며 이 중 75%는 조사료를 통하여 공급되어야 한다고 권장하고 있다. Kawas et al. (1991)은 비유 10~26주사이의 젖소 사료에는 NDF 함량을 28~31%로 해주는 것이 바람직하다고 권장하였으나, NRC (1989)에서는 비유초기의 고능력우에게는 NDF를 25%로 최소화하도록 권장하고 있다. 그러나 본 연구에서 조사된 NDF 함량은 유기농가와 일반농가 모두 적정 NDF 함량보다 약 10% 높은 범위를 보여주었다. Adier et al. (2013)은 일반농가에 비해 유기농가에서 사용하는 사료에서 조단백질, 조지방, NDF, ADF 함량이 낮다고 하였는데 우리의 연구결과와 일치하였다. 그리고 Marston et al. (2011)에 의하면 우유 내 주요 성분은 가축 사육시스템보다는 가축에게 급여하는 사료와 사육환경에 크게 영향을 받기 때문에 사료내 영양소 함량에 관심을 기울여야 한다고 보고하였다.

2. 일반 및 유기우유 생산농가의 급여사료 지방산 함량

일반 및 유기농가에서 각각 채취한 급여사료 (TMR) 내 지방산 분석결과를 조사하였는데 그 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 총불포화 지방산의 함량은 유기사료에서는 78.04%인 반면, 일반사료는 69.34%로 유기사료가 11%

Table 2. Contents of fatty acids in diets collected from organic and conventional dairy farms

Fatty acid (%)	CDF ¹⁾	ODF ²⁾
Myristic acid (C14:0)	3.12 ^a	1.02 ^b
Palmitic acid (C16:0)	22.89 ^a	17.72 ^b
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.74 ^a	0.49 ^b
Stearic acid (C18:0)	4.65 ^a	3.23 ^b
Oleic acid (C18:1n9)	26.28 ^a	28.17 ^a
Vaccenic acid (C18:1n7)	0.48 ^a	0.53 ^a
Linoleic acid (C18:2n6)	37.69 ^a	41.13 ^a
γ-Linoleic acid (C18:3n6)	0.00	0.00
Linolenic acid (C18:3n3)	3.68 ^b	6.85 ^a
Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.46 ^b	0.88 ^a
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.00	0.00
Eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5n3)	0.00	0.00
Docosatetraenoic acid (C22:4n6)	0.00	0.00
Docosahexaenoic acid (DHA) (C22:6n3)	0.00	0.00
Total saturated fatty acid	30.66 ^b	21.96 ^a
Total unsaturated fatty acid	69.34 ^b	78.04 ^a
Total mono unsaturated fatty acid	27.96 ^a	30.06 ^a
Total polyunsaturated fatty acid	41.38 ^b	47.98 ^a

¹⁾ Conventional dairy farms, ²⁾ organic dairy farms.
^{a,b} Means with different letters within same row are significantly different at the 5% level.

정도 더 많은 것으로 나타났다. 이는 유기사료에 oleic acid, linoleic acid, linolenic acid의 함량이 일반사료 보다 많이 함유되어 있기 때문이었다. 반면, 일반사료에는 myristic acid, palmitic acid, stearic acid의 양이 유기사료에 비해 많아 총포화지방산의 양은 일반사료가 높게 나타났다. Enjalbert et al. (1997)은 사료 중의 지방산은 소의 제1위에서 대부분 수소로 포화되어 우유에서는 포화지방산이 되지만 Ca soap의 형태로 급여하면 우유에 C₁₈ 불포화지방산은 증가하고 포화지방산(C₆~C₁₄)은 감소한다고 보고하였다. Adier et al. (2013)는 유기농가에서 사용하는 사일리지에 oleic acid와 stearic acid의 함량이 현저히 적다고 보고하였는데 이 같은 결과는 우리가 얻은 결과와 비슷한 것이었다.

3. 급여사료 무기물 함량

일반 및 유기농가에서 각각 채취한 급여사료 (TMR) 내 무기물 분석결과를 조사하였는데 그 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 유기농가나 일반농가에게 급여하는 사료

Table 3. Contents of minerals in diets collected from organic and conventional dairy farms

Mineral	CDF ¹⁾	ODF ²⁾
Ca	0.52 ^a	0.55 ^a
Fe	324 ^a	455 ^a
K	0.88 ^a	0.75 ^b
Mg	0.20 ^a	0.16 ^b
P	0.23 ^a	0.21 ^a
Zn	121.0 ^a	42.0 ^b

¹⁾ Conventional dairy farms, ²⁾ organic dairy farms.
^{a,b and c} Means with different letters within same row are significantly different at the 5% level.

에서 우유의 가공 적합성에 밀접한 관련이 있는 Ca, Fe 및 P의 함량은 차이가 없었으나 K, Mg 및 Zn은 모두 일반사료에 현저하게 높은 함량을 함유하는 것으로 나타났다 (P<0.05). 특히 Zn은 유기농가의 사료에서 42 mg/kg으로 일반농가 사료의 121 mg/kg에 비해 낮았다. 일반적으로 우유 내 무기물의 함량은 비교적 변이가 적고 안정적인데, 품종, 비유주기, 유방염, 사료 등에 의해 영향을 받는 것으로 보고 (Gaucheron, 2005)되고 있기 때문에 유기농가와 일반농가의 무기성분이 차이가 우유 내 성분 변화에 어느 정도 영향을 주는지에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 국내 유기우유 생산 농가와 일반 우유 생산농가의 급여사료 (TMR) 내 영양소 성분을 비교하여 우유성분의 변화를 예측하기 위한 기초자료를 제공하기 위해서 수행되었다. 지역별 일반농가와 유기우유 생산농가에서 급여하고 있는 사료 내 조지방, 조섬유, 조회분, NDF 및 ADF 함량은 모두 일반농가의 사료가 유기농가에 비해 높게 나타났다 (p<0.05). 그리고 조단백질 및 조지방 함량은 모두 일반농가의 사료가 유기농가에 비해 높게 나타났으나 통계적인 차이는 보이지 않았다. 일반농가 급여사료에서 마그네슘 및 아연은 유기농가 사료보다 현저하게 높게 나타났으나 (p<0.05), 철, 칼륨, 인에서 차이가 없었다. 유기사료 내 총불포화 지방산의 함량은 일반사료에 비해 현저하게 높게 나타났다 (p<0.05). 유기사료에 oleic acid, linoleic acid, linolenic acid의 함량이 일반사료보다 많이 함유되어 있었으나 myristic acid, palmitic acid, stearic acid의 함량은 일반사료가 높게 나타났다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업 (세부과제명: 고온기 젖소 스트레스 저감 및 우유생산성 저하 최소화 기술 개발, 세부과제번호: PJ01005004)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

Adler S.A., Jensen, S.K., Govasmark, E., Steinshamn, H. 2013. Effect of short-term versus long-term grassland management and seasonal variation in organic and conventional dairy farming on the composition of bulk tank milk. *Journal of Dairy Science*. 96: 5793-5810.

Bennedsgaard, T.W., Thamsborg, S.M., Enevoldsend, C. and Vaarst, M. 2003. Eleven years of organic dairy production in Denmark: herd health and production related to time of conversion and compared to conventional production. *Livestock Production Science*. 80(1-2):121-131.

Butler, G., Stergiadis, S., Seal, C., Eyre, M. and Leifert, C. 2011. Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. *Journal of Dairy Science*. 94:24-36.

Gaucheron, F. 2005. The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*. 45:473-483.

Kawas, J.R., Jorgensen, N.A. and Danelon, J.L. 1991. Fiber requirements of dairy cows: optimum fiber level in lucerne-based diets for high producing cows. *Livest. Prod. Sci*. 28:108-119.

Kim, C.G., Jeong, H.G. and Moon, D.H. 2012. The situation and market outlook of eco-friendly agricultural products at home and abroad. *Korea Rural Economic Institute*, Seoul, Korea. pp. 3-17.

Mullen, K.A.E., Sparks, L.G., Lyman, R.L., Washburn, S.P. and Anderson, K.L. 2013. Comparisons of milk quality on North Carolina organic and conventional dairies. *Journal of Dairy Science*. 96(10):6753-6762.

Marston, S.P., Clark, G.W., Anderson, G.W., Kersbergen, R.J., Lunak, M., Marcinkowski, D.P., Murphy, M.R., Schwab, C.G. and Erickson, P.S. 2011. Maximizing profit on new England organic dairy farms: An economic comparison of 4 total mixed rations for organic holsteins and Jerseys. *Journal of Dairy Science*. 94:3184-3201.

McCullough, M.E. 1991. 'Total mixed rations and supercow'. *Hoard's Dairyman*. W.D. Hoard & Sons Co. WI. USA.

NAQS. 2013 *Agricultural Products Quality Management Yearbook*. National Agricultural Products Quality Management Service, Gimcheon, Korea. pp. 61-84.

National Research Council. 1989. *Nutrient Requirements of Dairy*

- Cattle. (6th ed). Natl. Acad. Sci. Washington, D.C.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle (7th Ed.), National Academy Press. Washington, D.C.
- SAS. 2008. Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
- Sundberg, T., berglund, B., Rydhmer, L., Strandberg, E. 2009. Fertility, somatic cell count and milk production in Swedish organic and conventional dairy herds. *Livestock Science*. 116 (1-2):176-182.
- Valle, P.S., Lien, G., Flaten, O., Koeslingc, M. and Ebbesvikc, M. 2007. Herd health and health management in organic versus conventional dairy herds in Norway. *Livestock Science* 112 (1-2):123-132.
- (Received January 14, 2016 / Revised March 8, 2016 / Accepted March 21, 2016)